Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens
Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians

Étude comparative entre la régionalisation et la transposition des informations hydrologiques pour l'analyse des crues

Caissie, D., N. El-Jabi et P.J. LeBlanc

Ministère des Pêches et Océans
Région du Golfe, Direction des sciences
Division de la mise en valeur et de l'habitat du poisson
C.P. 5030, Moncton, N.-B., E1C 9B6

Avril 1989

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques
No 1683

Pêches et Océans
Fisheries and Oceans

Canada

89-04638/

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1–456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457–714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715–924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

RAPPORT TECHNIQUE CANADIEN DES

SCIENCES HALIEUTIQUES ET AQUATIQUES NO 1683

AVRIL 1989

ÉTUDE COMPARATIVE ENTRE LA RÉGIONALISATION ET LA TRANSPOSITION DES INFORMATIONS HYDROLOGIQUES POUR L'ANALYSE DES CRUES

PAR

D. CAISSIE[1], N. EL-JABI[2] ET P.J. LEBLANC[1]

MINISTÈRE DES PÊCHES ET OCÉANS

RÉGION DU GOLFE, DIRECTION DES SCIENCES

DIVISION DE LA MISE EN VALEUR ET DE L'HABITAT DU POISSON

C.P. 5030, MONCTON (N.-B.) E1C 9B6

---

[1] MINISTÈRE DES PÊCHES ET OCÉANS, RÉGION DU GOLFE

[2] ÉCOLE DE GÉNIE, UNIVERSITÉ DE MONCTON, MONCTON (N.-B.) E1A 3E9

©Ministère des Approvisionnements et Services Canada
No de Cat Fs ISSN

On doit citer cette publication comme suit:

Caissie, D., N. El-Jabi et P.J. LeBlanc. 1989. Étude comparative entre la régionalisation et la transposition des informations hydrologiques pour l'analyse des crues. Rapp. tech. Can. sci. halieut. aquat. No 1683, 39 pages.

RÉSUMÉ

Caissie, D., N. El-Jabi et P.J. LeBlanc. 1989. Etude comparative entre la régionalisation et la transposition des informations hydrologiques pour l'analyse des crues. Rapp. tech. Can. sci. halieut. aquat. No 1683, 39 pages.

Différents modèles statistiques et empiriques sont utilisés pour la détermination des débits de crues des bassins versants jaugés et non jaugés du nord-est du Nouveau-Brunswick. Les distributions statistiques (log-normale à deux paramètres, log-normale à trois paramètres, Gumbel, Pearson type III et Log-Pearson type III) ainsi que la méthode du renouvellement sont utilisées pour analyser les stations hydrométriques de la région d'étude. Le modèle de régionalisation proposé par Environnement Canada (1987) est comparé avec les résultats obtenus par les modèles statistiques et les résultats obtenus à partir d'une transposition des données hydrologiques. Cette dernière est utilisée pour analyser les bassins non jaugés, en se servant de l'analyse par composantes principales.

ABSTRACT

Caissie, D., N. El-Jabi et P.J. LeBlanc. 1989. Etude comparative entre la régionalisation et la transposition des informations hydrologiques pour l'analyse des crues. Rapp. tech. Can. sci. halieut. aquat. No 1683, 39 pages.

Several statistical and empirical models were used to evaluate the flood discharge of different gauged and ungauged drainage basin located in northeastern New Brunswick. The distribution functions (Log-Normal with two parameters, Log-Normal with three parameters, Gumbel, Pearson type III and Log Pearson type III) and the partial duration series model were applied to the analysis of the hydrometric data available in the study region. The regionalization model proposed by Environment Canada (1987) is compared with results obtained by some statistical models and by transposition from gauged to ungauged catchments. Principal component analysis was applied to do the transposition.

TABLES DES MATIÈRES

PAGE

RÉSUMÉ / ABSTRACT. ii

TABLE DES MATIÈRES iii

LISTE DES FIGURES. iv

LISTE DES TABLEAUX v

CHAPITRE 1 - INTRODUCTION 1

CHAPITRE 2 - APPROCHE PAR RÉGIONALISATION. 3

2.1 Région d'étude 3

2.2 Approche par régionalisation 3

CHAPITRE 3 - APPROCHE PAR TRANSPOSITION. 6

3.1 Analyse des bassins jaugés. 7

3.2 Analyse des bassins non jaugés. 8

CHAPITRE 4 - ÉTUDE COMPARATIVE. 12

CHAPITRE 5 - CONCLUSIONS. 15

REMERCIEMENTS 16

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 17

FIGURES 18

TABLEAUX. 28

LISTE DES FIGURES

FIGURE		PAGE
2.1	Région d'étude	19
2.2	Régions hydrologiquement homogènes d'après Environnement Canada (1987)	20
3.1	Analyse statistique de la rivière Bass	21
3.2	Analyse statistique de la rivière Jacquet	22
3.3	Analyse statistique de la rivière Népisiguit	23
3.4	Analyse statistique de la rivière Tetagouche	24
3.5	Analyse des bassins versants par composante principale	25
3.6	Analyse des paramètres physiographiques par composante principale	26
3.7	Étude de l'homogénéité de la région d'étude	27

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU		PAGE
2.1	Caractéristiques hydrographiques et géomorphologiques des bassins étudiés (Wakim, 1985)	29
2.2	Equation de régression multiple: $\log_{10}QDT = k + a \log_{10}A$ (Environnement Canada, 1987)	31
2.3	Résultats du débit (m^3/s) en fonction de la période de récurrence par le modèle d'Environnement Canada (1987) . .	32
3.1	Valeurs propres de la matrice de corrélation	33
3.2	Matrice de corrélation des caractéristiques physiographiques des bassins versants	34
3.3	Résultats des bassins jaugés et non jaugés par le modèle de transposition (équation linéaire)	35
3.4	Résultats des bassins jaugés et non jaugés par le modèle de transposition (équation non linéaire)	36
4.1	Comparaison entre l'analyse probabiliste et la transposition des informations des bassins jaugés (modèle linéaire)	37
4.2	Comparaison entre l'analyse probabiliste et la transposition des informations des bassins jaugés (modèle non linéaire)	37
4.3	Comparaison entre l'analyse probabiliste et le modèle régional (équation de l'est)	38
4.4	Comparaison entre l'analyse probabiliste et le modèle régional (équation provinciale)	38
4.5	Différence en pourcentage entre le modèle par transposition et les modèles par régionalisation	39

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

L'eau occupe une place très importante dans nos vies, elle constitue un important moyen de transport et de production d'énergie. Elle est l'une des principales sources de loisir et plus particulièrement elle est essentielle à la vie des humains, des plantes, des animaux, et d'une façon spéciale, à la vie de la faune aquatique. En effet, sans cette ressource, cette dernière ne pourrait exister, d'où vient l'importance des études hydrologiques dans le domaine de l'aquaculture, les pisciculture, et de façon générale dans la gestion des ressources halieutiques et de leurs habitats.

Malgré tous ces bienfaits, l'eau pose quand même des problèmes très graves pour les poissons avec des périodes de crues printanières et des périodes d'étiage. Chaque fois que ces conditions extrèmes se présentent, le poisson est affecté et même parfois une partie de son habitat peut être détruite (Bustard, 1984).

Afin de mieux comprendre l'effet des crues sur l'habitat du poisson, on se doit de bien comprendre ce phénomène par des études hydrologiques. Ce qui implique une analyse statistique de la série temporelle du débit et ceci pour une période minimale approximative de 20 ans.

En général, cette condition est satisfaite pour les rivières importantes proches des zones peuplées. Par contre, pour des rivières lointaines ou tributaires des rivières principales, rares sont celles qui possèdent des séries de données hydrométriques importantes et souvent aucune station de mesures n'y est installée. De plus, l'habitat de ces petits cours d'eau, de part leur grand nombre, constitue la majeure partie de l'habitat total du système. La grandeur et l'éloignement de ces cours d'eau nécessite des séries de données rarement disponibles. Afin de surmonter cette lacune, on a souvent recours à différentes méthodes telle que la régionalisation et la transposition des informations. Cette étude a pour but d'explorer et comparer ces deux approches, en analysant les bassins versants jaugés et non jaugés situés au nord-est du Nouveau-Brunswick.

CHAPITRE 2

APPROCHE PAR REGIONALISATION

2.1 Région d'étude

La région d'étude se situe au nord-est du Nouveau-Brunswick tel qu'illustrée à la figure 2.1. Dix-neuf (19) bassins versants qui se déversent dans la Baie des Chaleurs ont été considérés. Ils se situent le long de la cote entre Bathurst et Dalhousie. La superficie des bassins varie entre 12 et 525 km^2 sauf pour le bassin de la rivière Népisiguit qui a 1840 km^2 de superficie (Environnement Canada, 1984; Wakim, 1985). La région étudiée a une superficie approximative de 4900 km^2.

Le territoire dans son ensemble reçoit environ 1000 mm de précipitation par année avec une température moyenne de -10°C en janvier et de 18°C en juillet (Pêches et Environnement Canada, 1978).

Parmi les 19 bassins étudiés, 4 bassins versants possèdent une station hydrométrique, soit les bassins des rivières Bass, Jacquet, Népisiguit et Tetagouche. Les caractéristiques physiographiques de ces bassins versants sont présentées au tableau 2.1 (Wakim, 1985).

2.2 Approche par régionalisation

Cette approche consiste à exprimer le débit de crue correspondant à des différentes périodes de récurrence en un point donné en fonction des caractéristiques hydrologiques et géographiques d'une région quelconque.

Un tel modèle a été proposé par Environnement Canada (1987), en divisant le Nouveau-Brunswick en cinq régions considérées comme hydrologiquement homogènes (figure 2.2) en plus d'une équation provinciale. Ce modèle a été développé dans le but de faire l'analyse des crues au Nouveau-Brunswick.

La région d'intérêt pour cette présente étude est située dans la Région Est (figure 2.2), et l'équation provinciale sera également utilisée afin de comparer les deux. Il est à noter qu'une partie du bassin versant de la rivière Népisiguit se situe dans la Région Centre.

Les équations fournies par Environnement Canada (1987) sont présentées au tableau 2.2. D'autres équations sont fournies (Environnement Canada; 1987) avec la précipitation comme paramètre mais, seulement la superficie est considérée dans cette étude afin de ne pas introduire trop d'incertitude dans les estimations (i.e. la précipitation peut varier d'une année à l'autre). Ces équations ont été développées pour des bassins versants qui varient de 26.9 km^2 à 7740 km^2 selon l'équation provinciale et de 166 km^2 à 668 km^2 pour l'équation de la région est.

Les bassins du nord-est du Nouveau-Brunswick ont été analysés par ce modèle de régionalisation. Il a été appliqué aussi bien sur les bassins jaugés que non jaugés. L'estimation des débits (journaliers) de crues pour différentes périodes de récurrence se fait alors par l'application des équations du tableau 2.2. La superficie de chaque bassin versant est calculée (Wakim, 1985) à partir des cartes topographiques (tableau 2.1) et les debits de crues sont présentés au tableau 2.3. A partir de ce tableau

on peut remarquer une diminution du débit en fonction d'une augmentation de la période de récurrence pour la rivière Népisiguit, selon le modèle de la Région Est du Nouveau-Brunswick. Même que cette rivière est située à la limite de la Région Est et de la Région Centre, elle ne fait pas partie du développement de l'équation de la Région Est.

Cette dernière remarque démontre l'importance de choisir d'autres modèles surtout lorsque les conditions limites des équations ne sont pas satisfaites. En effet, ce problème de divergence limite l'application des équations régionales et il faut utiliser d'autres techniques ou modèles tel que la transposition des informations hydrologiques. Dans le développement des équations régionales du tableau 2.2 (Environnement Canada, 1987), il aurait également été possible d'utiliser la rivière Népisiguit dans la Région Est et la Région Centre. En diminuant la rigidité des limites de chaque région, il est possible de maximiser la quantité d'information en réduisant les erreurs, spécialement lorsqu'une rivière de superficie extrême existe près de la région en étude.

Après l'établissement de régions homogènes tel que présente Environnement Canada (1987), le jaugeage de petits bassins pour chaque région homogène peut également contribuer à une diminution des erreurs de l'approche par régionalisation. Surtout, pour les estimations des petits débits de crues.

CHAPITRE 3

APPROCHE PAR TRANSPOSITION

Cette approche s'applique plutôt à une échelle plus réduite que la première méthode, c'est-à-dire à une échelle locale par rapport à régionale présentée auparavant. Ainsi, lorsqu'il existe des bassins jaugés dans la région d'étude, une transposition des informations hydrologiques peut être réalisée afin de déterminer la fréquence des crues des bassins non jaugés.

L'application de cette approche exige tout d'abord l'existence d'une ou de plusieurs stations de jaugeage. Ensuite, l'analyse statistique des données hydrométriques permet d'obtenir l'intervalle ou période de récurrence (T) définie par:

$$T = \frac{1}{1 - F_t(x)} \qquad (3.1)$$

où $F_t(x)$ est la fonction de distribution statistique de l'échantillon en étude. Ensuite, une analyse des bassins jaugés a été élaborée en utilisant les modèles statistiques suivants (Kite, 1978):

Distribution log-normale à deux paramètres
Distribution log-normale à trois paramètres
Distribution extrême type I (Gumbel)
Distribution Pearson type III
Distribution log-Pearson type III
Méthode de renouvellement

A remarquer que la méthode de renouvellement est une approche stochastique d'analyse des séries chronologiques à durée partielle (El-Jabi et al., 1986). A partir des résultats obtenus, une transposition des informations est alors possible sur les bassins voisins non jaugés en se servant des caractéristiques hydrologiques et hydrographiques de la région d'étude.

3.1 Analyse des bassins jaugés

Les débits journaliers des quatre bassins jaugés ont été analysés par les distributions statistiques énumérées auparavant incluant la méthode du renouvellement. L'échantillon utilisé est composé des débits moyens journaliers et les figures 3.1 à 3.4 illustrent les résultats obtenus.

Ainsi, l'analyse de la rivière Bass (figure 3.1) montre que la méthode du renouvellement donne des résultats inférieurs aux modèles statistiques pour les périodes de récurrences élevées. De plus, la distribution extrême type I donne des résultats supérieurs aux autres distributions statistiques, sauf pour la distribution Pearson type III qui possède le débit de récurrence de 100 ans le plus élevé. Ce qui indique que la distribution Pearson type III est très influencée par les valeurs extrêmes de la rivière Bass.

L'analyse des débits de crues de la rivière Jacquet (figure 3.2) quant à elle, démontre que la distribution extrême type I et la méthode du renouvellement donnent des résultats supérieurs aux autres distributions. Cette dernière calcule des débits supérieurs aux débits calculés par la distribution extrême du type I.

Les distributions statistiques appliquées pour l'analyse de fréquence sur la rivière Népisiguit (figure 3.2) ont un comportement semblable sauf pour la méthode du renouvellement et la distribution extrême type I. D'autre part, ces deux distributions donnent aussi des résultats semblables.

La rivière Tetagouche (figure 3.4) quant à elle, possède des fréquences de crues plus élevées par la distribution extrême du type I. Les autres distributions ainsi que la méthode du renouvellement donnent des résultats semblables.

En général, les résultats calculés par cette dernière méthode ou par la distribution extrême du type I sont différents des autres modèles statistiques qui donnent des résultats plus ou moins semblables.

3.2 Analyse des bassins non jaugés

La transposition des informations hydrologiques des bassins jaugés aux non jaugés exige la connaissance, d'une part, le (ou les) bassin(s) jaugé(s) qui représente(nt) le mieux la région d'étude et, d'autre part, choisir les variables physiographiques et hydrographiques.

Il est pratiquement impossible de chercher des équations de régression comme c'est la cas des équations du tableau 2.2, car le nombre de bassins jaugés est de quatre (4) tandis que le nombre de variables explicatives est de seize (16), (tableau 2.1). Donc, on a cherché, en appliquant l'analyse en composantes principales normées (c'est-à-dire on diagonalise la matrice des corrélations (tableau 3.1), car les variables ne sont pas homogènes) (Caillez et Pages, 1976) pour:

i) d'une part, classer les individus (les bassins jaugés et non jaugés) par rapport aux autres et ainsi chercher les bassins jaugés les plus représentatifs de la population. La figure 3.5 montre que les trois (3) bassins jaugés numérotés 19, 7 et 15 ont leur premier facteur positif; mais le bassin no. 19, la rivière Bass, est très proche du centre de gravité du nuage de points qui est l'intersection de deux axes Y_1 et Y_2. Donc, nous avons choisi le bassin de la rivière Bass comme le plus représentatif de tous les bassins. Le bassin no. 18 (Népisiguit) n'apparaît pas sur cette figure, car la valeur est hors de la limite des axes;

ii) d'autre part, préciser la forme des liaisons linéaires entre ces caractères explicatifs; or, si on examine la matrice des corrélations (tableau 3.2), on note que les variables, la superficie (A), le périmètre (P), la longueur moyenne du bassin (Lb), la largeur du cours d'eau (l), la longeur du rectangle équivalent (Le) et la largeur du rectangle équivalent (le) sont positivement très bien corrélées, ce qui ressort sur la première composante principale (figure 3.6) et qui est appelé la dimension du bassin. La deuxième composante principale décrit la topographie des bassins; les variables qui sont positivement corrélées avec la deuxième composante principale sont: la superficie (0.29), l'indice de compacité de Horton (0.29), l'indice de compacité de Miller (0.36) et la largeur du rectangle équivalent (0.32). Les variables qui sont négativement corrélées avec la deuxième composante principale sont: le pourcentage de la superficie des lacs (-0.26), la densité de drainage

(-0.33) et l'indice de compacité de Gravilius (-0.33). La troisième composante principale représente la superficie de forêt.

Les deux premières composantes sont les plus importantes et les plus interprétables car elles expliquent à elles seules 66% de la variance totale; cela est évident aussi en regardant les valeurs propres de la matrice des corrélations, les différences entre les valeurs propres, la proportion de la variance expliquée et la proportion de la variance cumulée (tableau 3.1).

Avant de procéder à la transposition des informations à l'aide du bassin Bass, il faut étudier l'homogénéité de ce bassin par rapport à la région d'étude. Cette étude est possible grâce à l'analyse par la courbe de double masse et cette dernière s'obtient en traçant le débit annuel cumulatif de la rivière Bass en fonction du débit annuel moyen cumulatif des autres rivières de la région d'étude (Jacquet, Népisiguit et Tetagouche). L'allure linéaire de la figure 3.7 nous permet de conclure que la région d'étude peut être considérée homogène.

De cette discussion, on conclut que la rivière Bass sera considérée la rivière témoin et son bassin est le bassin représentatif. De plus, la superficie (A) est bien corrélée avec les deux premières composantes principales et représente bien les caractéristiques physiographiques. Ainsi, on a utilisé le modèle linéaire et non linéaire pour déterminer les débits de crues de chaque bassin non jaugé:

$$Q \text{ (bassin non jaugé)} = Q \text{ (Bass)} \left[A \text{ (bassin non jaugé)}/A \text{ (Bass)}\right]^{x} \qquad (3.2)$$

où A représente la superficie et x = 1 selon le modèle linéaire.

L'équation 3.2 est similaire aux méthodes déterministes pour estimer les débits de crues telle que l'équation rationnelle. Car, étant donné la superficie des bassins plus ou moins comparables, la topographie du type montagneux, la nature plus ou moins homogène du sol et une couverture boisée de tous les bassins (tableau 2.1); on peut supposer alors, que le produit des coefficients de ruissellement par l'intensité de précipitation de l'équation rationnelle est constant pour tous les bassins versants (Gray, 1972). Donc, cette dernière se réduit à l'équation 3.2 en considérant le rapport d'un bassin non jaugé et du bassin de la rivière Bass. Ces résultats sont présentés au tableau 3.3 pour le modèle linéaire tandis que le tableau 3.4 présente les résultats selon le modèle non linéaire.

CHAPITRE 4

ÉTUDE COMPARATIVE

Afin de déterminer si la transposition des informations hydrologiques donne des résultats supérieurs aux modèles par régionalisation, il faut comparer les deux modèles en utilisant les bassins jaugés de la région d'étude.

Le tableau 4.1 et 4.2 montrent le pourcentage d'erreur entre l'analyse statistique (en utilisant les résultats du modèle du renouvellement) et la transposition des informations hydrologiques selon le modèle linéaire et non linéaire. Le modèle du renouvellement a été choisi parmi les différentes distributions statistiques, car plusieurs études démontrent que ce modèle est supérieur (Taesombut et Yevjevich, 1978; Cunnane, 1973). La rivière Bass ne fait pas part de ces tableaux, car cette dernière fut utilisée dans la transposition des informations. A partir du tableau 4.1, on remarque un pourcentage d'erreur moyen minimum de 1.3% pour la rivière Jacquet tandis que la rivière Népisiguit possède un pourcentage d'erreur moyen maximum de 52.5%. Le pourcentage d'erreur moyen de la rivière Népisiguit est très supérieur aux deux autres rivières et ceci peut être attribué à la superficie de ce dernier qui est également très supérieure.

D'autre part, on remarque que la transposition des informations par le modèle non linéaire améliore les estimations de façon générale, sauf pour la rivière Jacquet (tableau 4.2). Cette amélioration est très

significative pour les rivières Tetagouche et Népisiguit avec une amélioration du pourcentage d'erreur qui passe de 16.4 à 5.84% et de 52.5 à 12.3% respectivement.

Le modèle non linéaire est très utile lorsque la superficie des bassins varie beaucoup en grandeur dans la région d'étude tel que c'est le cas dans cette étude.

Les tableaux 4.3 et 4.4. montrent le pourcentage d'erreur entre l'analyse statistique et le modèle par régionalisation selon l'équation de la région de l'est du Nouveau-Brunswick (tableau 4.2) et selon l'équation provinciale (tableau 4.3). De même que pour le tableau 4.1, la rivière Népisiguit montre le poucentage d'erreur moyen qui est le maximum. De plus, en comparant les deux modèles par régionalisation (i.e. Est et Provincial), on remarque que les rivières Népisiguit et Bass donnent des résultats semblables avec le modèle provincial légèrement supérieur. La rivière Jacquet démontre des résultats supérieurs par le modèle provincial tandis que la rivière Tetagouche donne des résultats supérieurs d'après le modèle de la région est.

En comparant, la transposition des informations hydrologiques avec les deux modèles de régionalisation (tableaux 4.1 à 4.4), on remarque que la transposition des informations possède le pourcentage d'erreur minimum de tous les modèles utilisés, c'est-à-dire de 1.3% (rivière Jacquet). Par contre, pour certaines stations hydrométriques en fonction du modèle régional utilisé (provincial ou de l'est du Nouveau-Brunswick), il est possible que le modèle régional donne des résultats supérieurs à ceux de la transposition.

Finalement, le tableau 4.5 présente les résultats d'une comparaison entre la transposition des informations et les modèles de régionalisation.

Ce tableau montre que les bassins possédant une superficie hors des limites imposées par les équations du modèle d'Environnement Canada (1987), ont une différence en pourcentage très élevée. Dans ces conditions la transposition des informations hydrologiques est supérieure, car l'étude est plus locale. De plus, un modèle impliquant une transformation, tel que l'approche par transposition, permet la simulation des petits bassins versants, tout en évitant le problème de divergence.

CHAPITRE 5

CONCLUSIONS

L'hydroloque a eu souvent recours à des méthodes de régionalisation des informations afin de surmonter les lacunes causées par le manque des données. Ainsi, dans cette étude on a comparé une méthode de régionalisation développée par Environnement Canada (1987) et une méthode de transposition des informations basées sur des données hydrométriques locales. Tout d'abord, une comparaison entre l'analyse statistique et la transposition des informations hydrologiques nous a permis de conclure que le modèle non linéaire donne une meilleure estimation de façon générale dans notre région d'étude, surtout lorsque l'étendue de la superficie entre le plus petit bassin et le plus grand est grande.

Une comparaison entre la méthode de régionalisation (Environnement Canada 1987) et la transposition des informations montre que la différence en pourcentage est très grande pour certaines stations hydrométiques de la région d'étude. Il est possible d'avoir une divergence lorsque les conditions limites des équations ne sont pas satisfaites. Nous avons remarqué cette divergence pour le bassin Népisiguit même que celui-ci est très près de la Région Est. Selon l'équation de la Région Est du Nouveau-Brunswick une diminution du débit en fonction d'une augmentation de la période de récurrence a été observée pour la rivière Nepisiguit, ce qui devrait toujours être le contraire. Une comparaison entre la méthode par régionalisation et la méthode par transposition (tableau 4.5) a permis également d'observer une différence en pourcentage très grande pour les

bassins qui ne satisfont pas les conditions aux limites. Afin d'éliminer le problème rencontré par la rivière Népisiguit selon l'équation de la Région Est, il est possible d'utiliser les rivières qui se trouvent près de la région sous l'étude dans le développement des équations régionales. En éliminant la rigidité présente dans le développement des équations régionales on pourra maximiser la quantité d'information en utilisant certaines stations hydrométriques dans plus qu'une région. Afin de réduire l'erreur par l'approche régionale, il est également possible de jauger au moins un petit et un grand bassin dans chaque région afin d'élargir les limites des équations. En ce qui concerne le choix du bassin de la rivière Bass comme bassin répresentatif de la région, l'analyse par double masse nous a permis de confirmer l'homogénéité de la région d'étude.

Cette étude montre bien l'inquiétude relative à l'utilisation d'un modèle régional vu ces limitations. L'utilisation d'un modèle à une échelle plus locale nous permet déviter les problèmes de divergence tel que nous avons rencontrées avec les modèles par régionalisation. D'autre part, les modèles par transposition ne divergent pas selon les petits bassins même que l'estimation est faite hors des limites des observations. Ceci permet de mieux simuler le comportement des petits bassins versants comparativement aux modèles régionaux.

REMERCIEMENTS

Nous remercions D. Haché et M. Chadwick pour avoir revisé ce rapport. Leurs commentaires judicieux ont été appréciés.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BUSTARD, D., (1984), Some Differences Between Coastal and Interior Stream Ecosystems and the Implications to Juvenile Fish Production, Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences, No. 1483, pp. 117-126.

CAILLIEZ, F. et PAGES, J.-P. (1976), Introduction à l'analyse des données, Ed. SMASH.

CUNNANE, C., (1973), A Particular Comparison of Annual Maxima and Partial Duration Series Methods of Flood Frequency Prediction, Journal of Hydrology, Vol. 18, pp. 257-271.

EL-JABI, N., ASHKAR, F., ROUSSELLE, J. et HOANG, V.D., (1986), Etude stochastique des crues au Québec, H.P. 59, Ministère de l'Environnement, Québec, 91 p.

ENVIRONNEMENT CANADA, (1984), Sommaire chronologique de l'écoulement: Provinces de l'Atlantique, Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa, Canada, 236 p.

ENVIRONNEMENT CANADA, (1987), Analyses de la fréquence des crues au Nouveau-Brunswick, Ministère des Affaires Municipales et de l'Environnement du Nouveau-Brunswick, Direction de la planification des ressources en eau, Fredericton, N.-B., 59 p.

GRAY, D.M., (1972), Manuel de principes d'hydrologie, Conseil national de recherche du Canada.

KITE, G.W., (1978), Frequency and Risk Analyses in Hydrology, Water Resources Publications, Colorado, deuxième édition, 224 p.

PECHE ET ENVIRONNEMENT CANADA, (1978) Atlas hydrologique du Canada, Ottawa.

TAESOMBUT, V. et YEVJEVICH, V., (1978), Use of Partial Duration Series for Estimating Distribution of Maximum Annual Flood Peak, Hydrology Paper No. 97, Colorado State Univ., Fort Collins, Colorado, 71 p.

WAKIM, G., (1985), Etude des bassins versants, Ecole de génie, Université de Moncton, 27 p.

FIGURES

LEGENDE

○ Région d'étude

Bassins non jaugés

Numéro	Rivière
1	Charlo
2	Charlo sud
3	New Mills
4	Benjamin
5	Nash
6	Louison
8	Belledune
9	Mendry
10	Fournier
11	Elmtree
12	Nigadoo
13	Millstream
14	Grants
16	Middle
17	Little

Bassins jaugés

numéro	rivière	station	lattitude	longitude
7	Jacquet	01BJ003	47 53 52N	66 01 47W
15	Tetagouche	01BJ001	47 39 21N	65 41 37W
18	Nepisiguit	01BK003	47 24 24N	65 47 42W
19	Bass	01BL001	47 39 00N	65 34 40W

Figure 2.1 Région d'étude

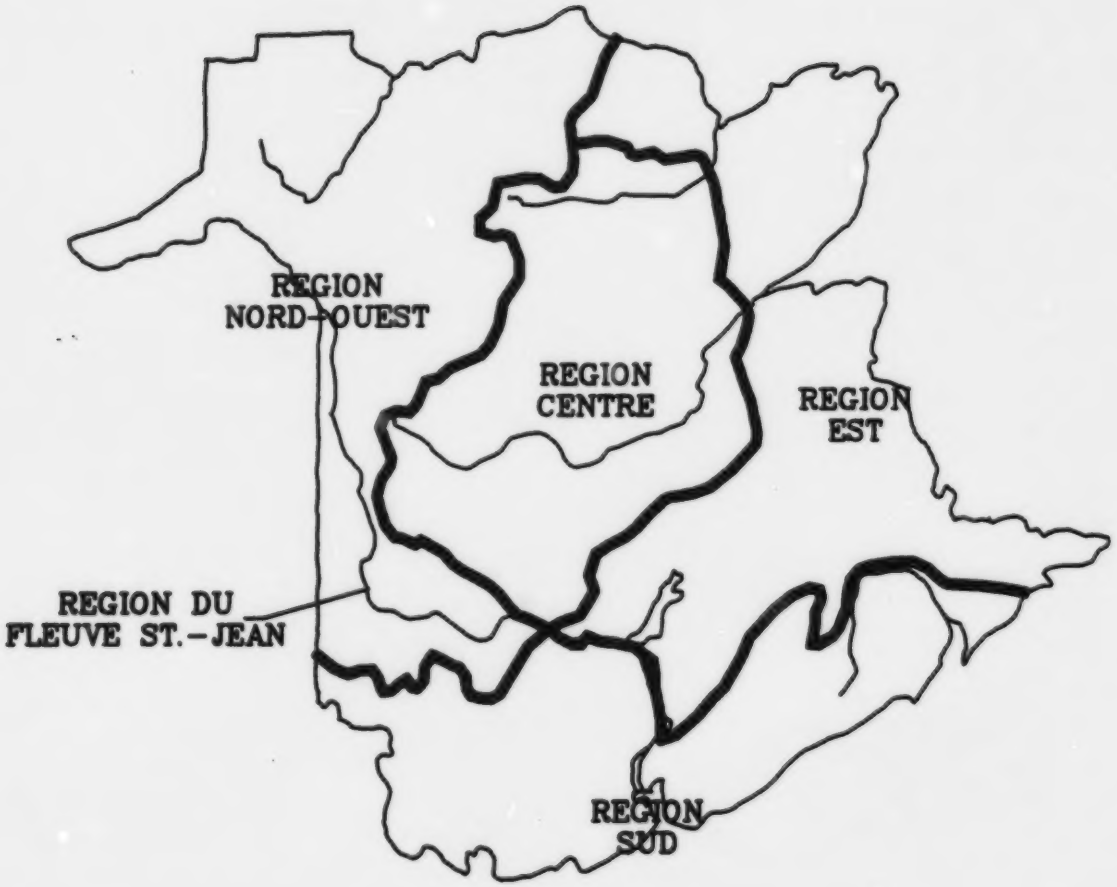

Figure 2.2 Régions hydrologiquement homogènes d'après Environnement Canada (1987)

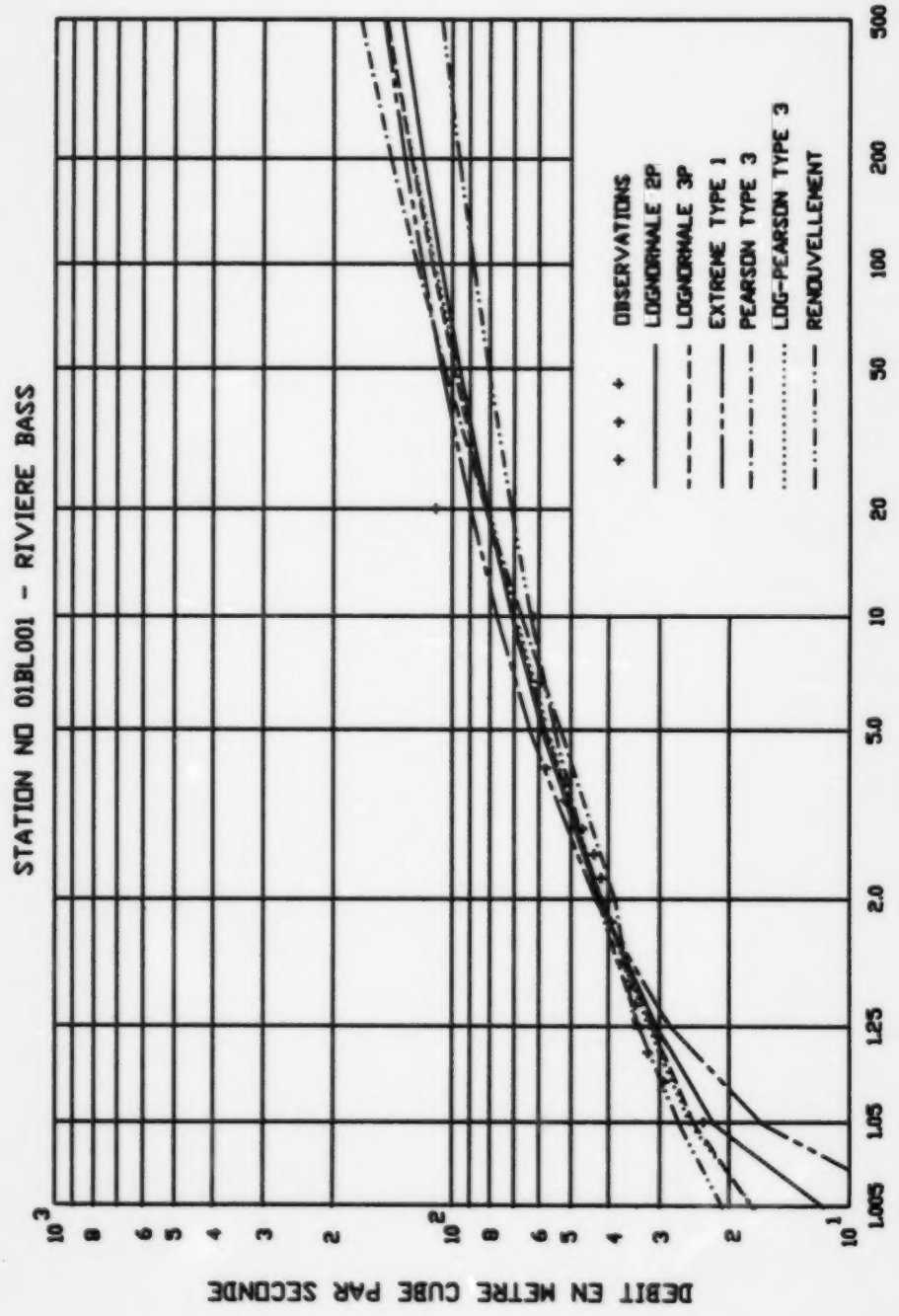

Figure 3.1 Analyse statistique de la rivière Bass

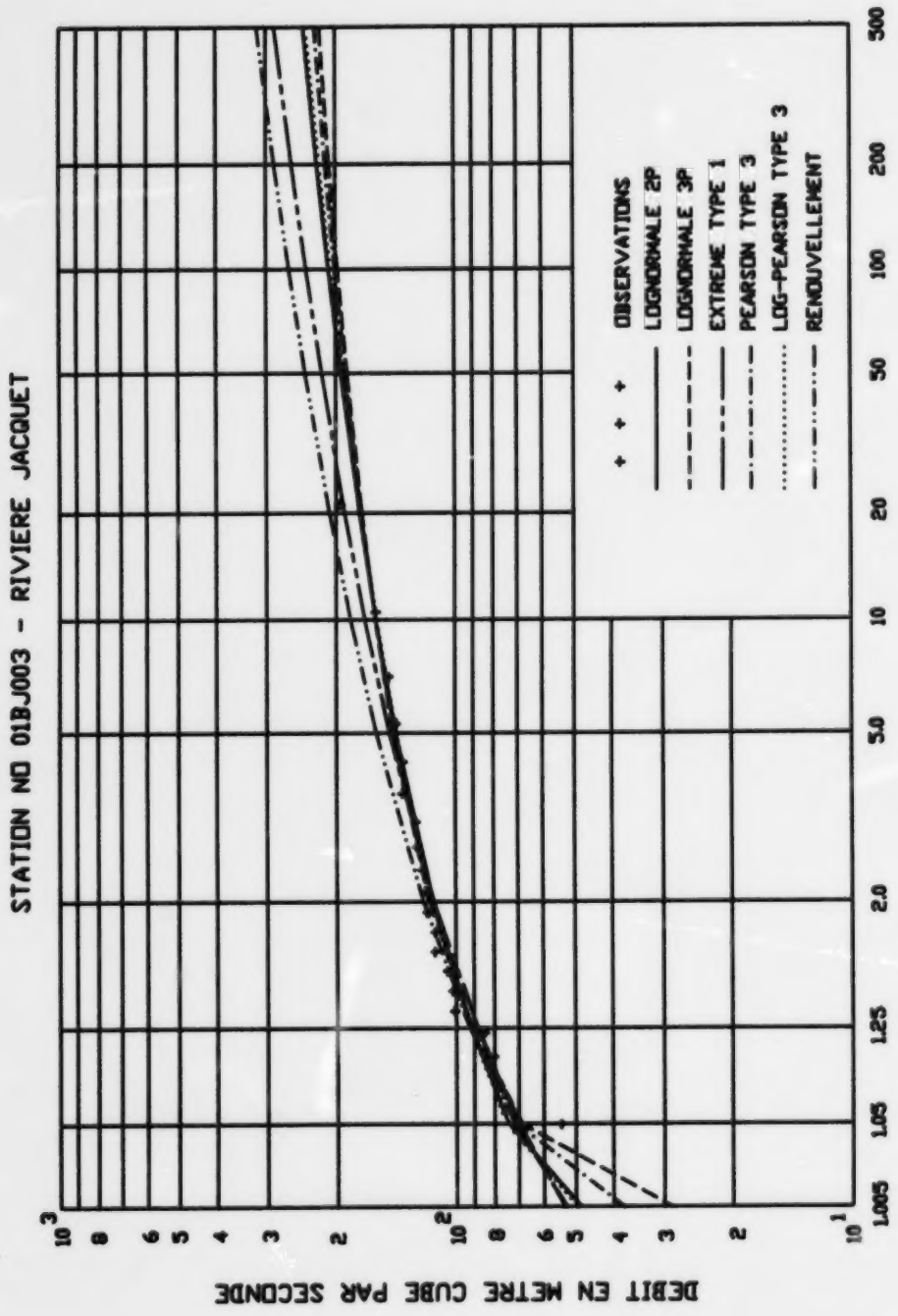

Figure 3.2 Analyse statistique de la rivière Jacquet

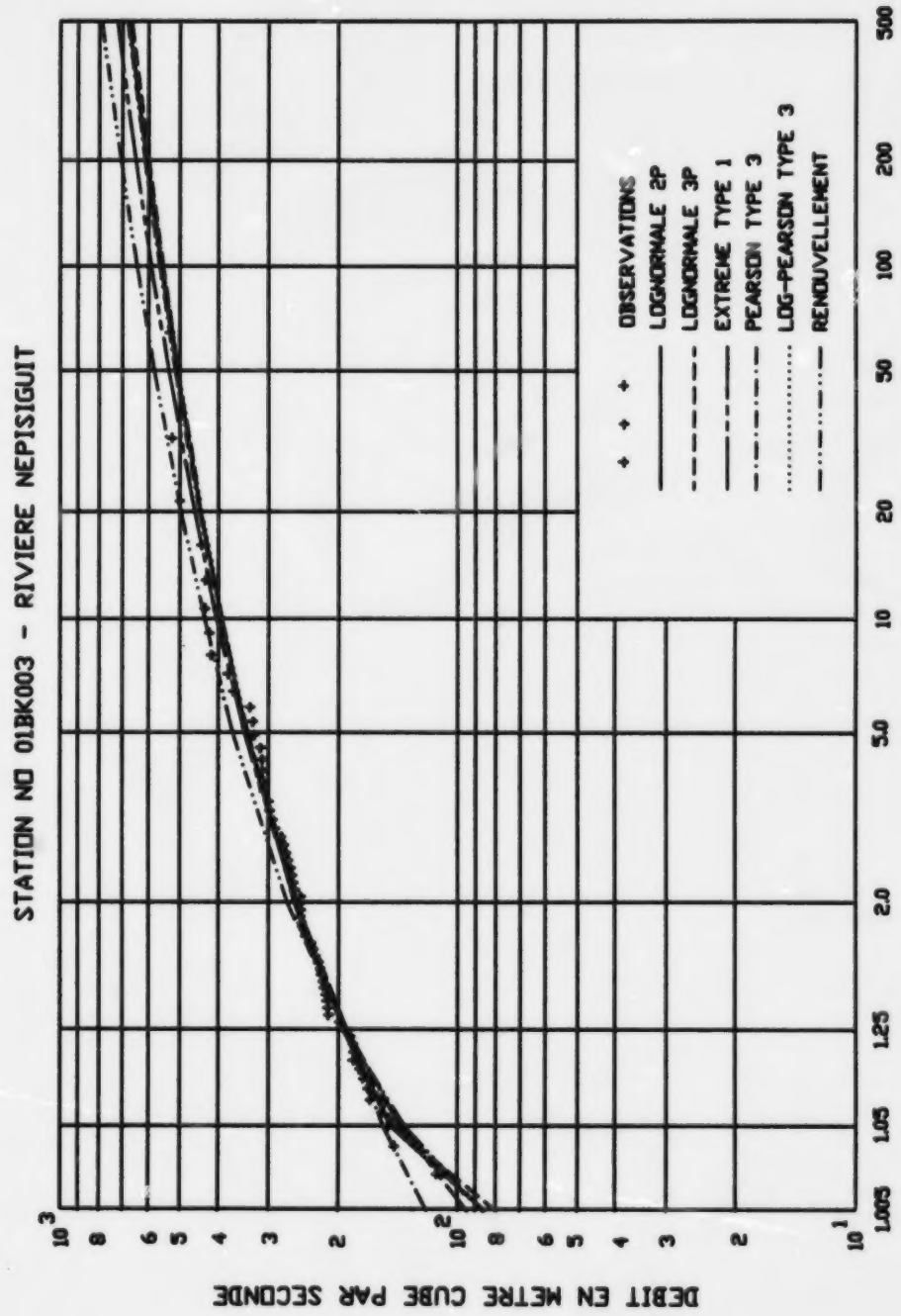

Figure 3.3 Analyse statistique de la rivière Népisiquit

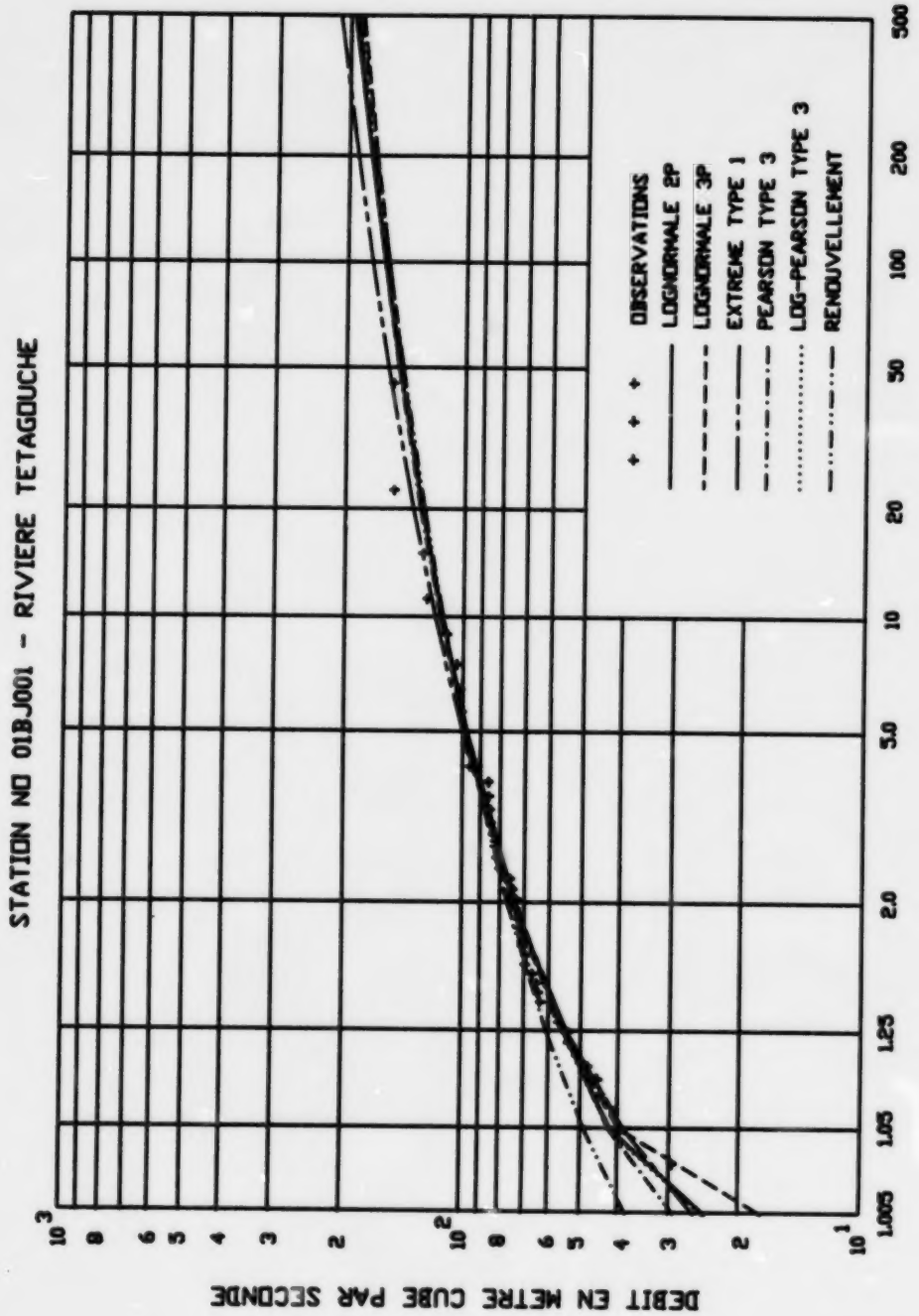

Figure 3.4 Analyse statistique de la rivière Tetagouche

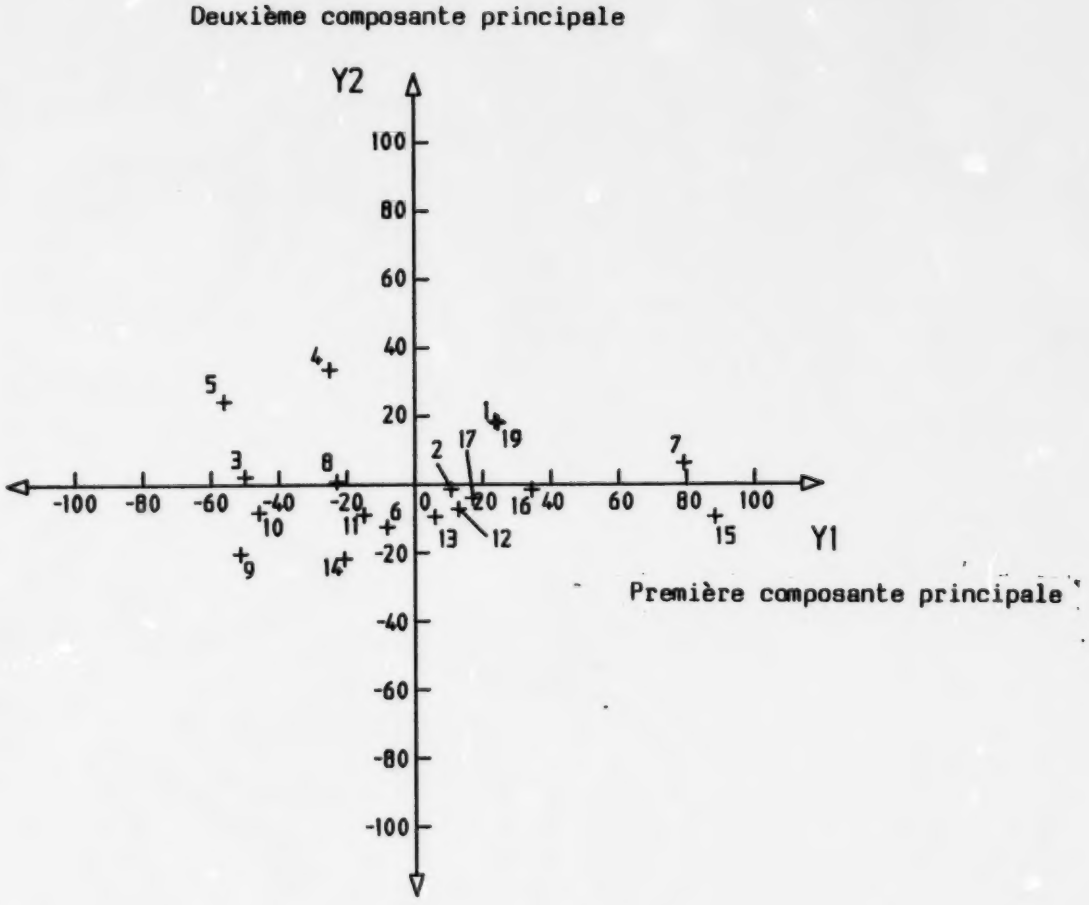

Figure 3.5 Analyse des bassins versants par composante principale

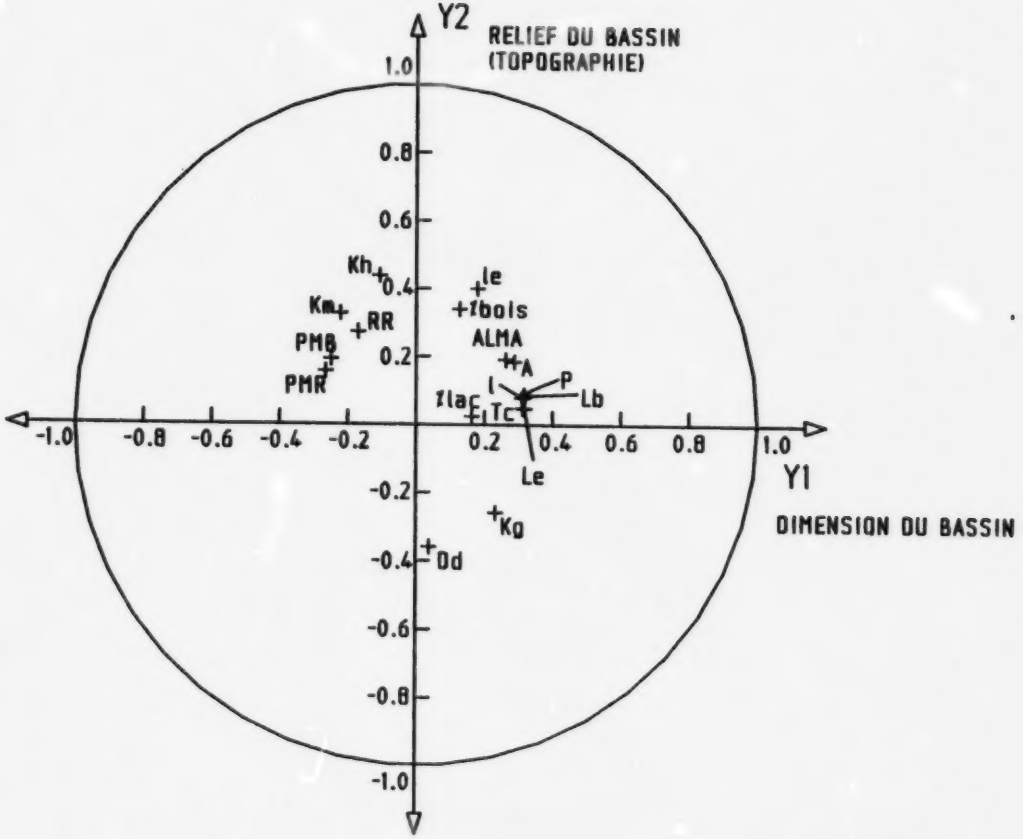

Figure 3.6 Analyse des panamètres physiographiques par composante principale

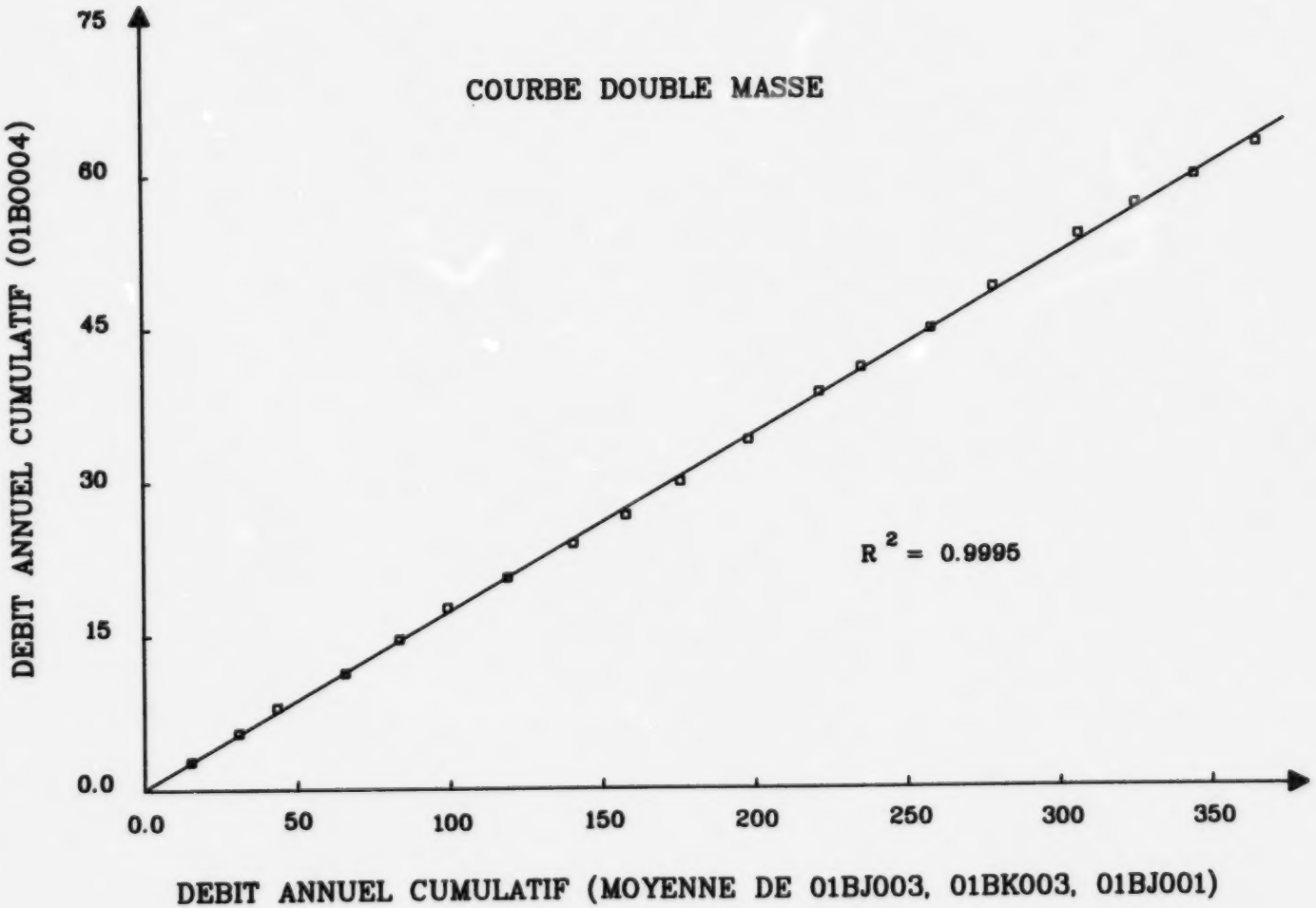

Figure 3.7 Etude de l'homogénéité de la région d'étude

TABLEAUX

Tableau 2.1 - Caractéristiques hydrographiques et géomorphologiques des bassins étudiés (Wakim, 1985).

NO.	BASSIN	A (Km^2)	P (Km)	Lb (Km)	l (Km)	Kh	Kg	Km	ALMA (m)
1	CHARLO	315.0	93.0	35.0	34.8	0.27	1.47	0.45	396.2
2	CHARLO SUD	120.0	78.0	29.0	35.2	0.14	2.00	0.25	457.2
3	NEW MILLS	20.0	22.0	9.4	12.5	0.23	1.38	0.52	198.1
4	BENJAMIN	163.0	57.1	21.6	29.7	0.35	1.25	0.63	457.2
5	NASH	64.1	35.5	12.6	14.0	0.40	1.24	0.64	304.8
6	LOUISON	61.4	57.5	19.0	22.5	0.17	2.05	0.23	381.0
7*	JACQUET	510.0	160.0	47.0	49.0	0.24	1.96	0.26	528.2
8	BELLEDUNE	47.5	38.2	14.0	15.0	0.24	1.55	0.41	173.7
9	HENDRY	12.0	19.2	8.0	8.4	0.19	1.55	0.41	137.2
10	FOURNIER	15.9	20.1	10.0	9.9	0.16	1.41	0.49	143.3
11	ELMTREE	78.0	48.0	17.8	19.9	0.25	1.52	0.43	231.7
12	NIGADOO	158.0	73.0	27.1	29.1	0.22	1.63	0.37	338.3
13	MILLSTREAM	127.0	64.0	27.8	29.1	0.16	1.60	0.39	326.1
14	GRANTS	43.7	38.9	16.2	17.7	0.17	1.65	0.36	189.0
15*	TETAGOUCHE	363.0	148.0	52.3	64.1	0.13	2.30	0.20	563.9
16	MIDDLE	227.9	91.8	37.7	44.5	0.16	1.70	0.34	563.9
17	LITTLE	142.0	78.5	27.5	32.0	0.19	1.84	0.29	341.4
18*	NEPISIGUIT	1840.0	322.0	135.6	195.0	0.13	1.87	0.28	820.0
19*	BASS	175.0	72.0	26.9	32.7	0.24	1.52	0.43	189.0

* BASSINS JAUGES

NO -NUMERO DU BASSIN
A -SUPERFICIE
P -PERIMETRE
Lb -LONGUEUR MOYENNE DU BASSIN
l -LONGUEUR DU COUR D'EAU PRINCIPAL
Kh -INDICE DE COMPACITE DE HORTON
Kg -INDICE DE COMPACITE DE GRAVILIUS
Km -INDICE DE COMPACITE DE MILLER
ALMA -ALTITUDE MAXIMALE

Tableau 2.1 - Caractéristiques hydrographiques et géomorphologiques des bassins étudiés (Wakim, 1985)(Suite).

NO.	BASSIN	ALMI (m)	Dd (Km/Km^2)	Le (Km)	le (Km)	PMB (m/Km)	PMR (m/Km)	RR	%LAC	%BOIS
1	CHARLO	0.0	0.70	38.38	8.21	10.32	7.18	0.009	0.20	99
2	CHARLO SUD	0.0	0.83	35.77	3.35	12.78	12.31	0.013	0.05	99
3	NEW MILLS	0.0	0.90	8.73	2.29	22.69	13.79	0.011	0.30	97
4	BENJAMIN	0.0	0.71	20.58	7.72	22.16	14.07	0.013	0.04	99
5	NASH	0.0	0.75	12.67	5.06	24.06	18.97	0.011	0.05	96
6	LOUISON	0.0	0.80	26.35	2.33	14.46	12.25	0.010	0.00	94
7*	JACQUET	0.0	1.01	73.00	7.19	7.24	5.50	0.007	0.50	99
8	BELLEDUNE	0.0	0.69	16.13	2.94	10.77	9.15	0.011	0.50	98
9	HENDRY	0.0	1.00	8.11	1.48	16.91	11.90	0.009	0.00	89
10	FOURNIER	0.0	0.97	8.07	1.97	17.75	11.58	0.009	0.00	98
11	ELMTREE	0.0	1.18	20.09	3.88	11.68	8.93	0.007	0.08	97
12	NIGADOO	0.0	1.15	31.58	5.00	10.71	6.76	0.008	0.40	96
13	MILLSTREAM	0.0	0.96	27.60	4.60	11.82	8.67	0.006	0.20	95
14	GRANTS	0.0	1.08	16.89	2.59	11.19	9.45	0.007	0.00	92
15*	TETAGOUCHE	0.0	1.01	69.06	5.17	8.17	4.33	0.006	0.40	97
16	MIDDLE	0.0	0.94	40.15	5.68	14.04	6.68	0.006	0.05	97
17	LITTLE	0.0	0.76	35.11	4.04	9.72	8.29	0.007	0.08	99
18*	NEPISIGUIT	0.0	0.71	14.60	16.00	5.67	5.50	0.005	0.04	90
19*	BASS	0.0	0.70	30.18	5.83	6.26	3.31	0.003	0.20	99

* BASSINS JAUGES

ALMI -ALTITUDE MINIMALE
Dd -DENSITE DE DRAINAGE
Le -LONGUEUR DU RECTANGLE EQUIVALENT
le -LARGEUR DU RECTANGLE EQUIVALENT
PMB -PENTE MOYENNE DU BASSIN
PMR -PENTE MOYENNE DE LA RIVIERE
RR -RAPPORT DU RELIEF
%LAC -POURCENTAGE DE LA SUPERFICIE DES LACS
%BOIS -POURCENTAGE DE LA SUPERFICIE DE FORET

Tableau 2.2 Equations de régression multiple: $\log_{10}QDT = k + a\log_{10}A$ (Environnement Canada, 1987).

Période de Récurrence	Région	k	a	R^2	Erreur Type %
2	Province	-0.420	0.913	0.978	+21.3, -17.6
	Est	-0.650	1.001	0.962	+13.8, -12.1
10	Province	-0.146	0.888	0.967	+26.3, -20.8
	Est	0.059	0.786	0.974	+ 8.8, - 8.1
20	Province	-0.055	0.878	0.960	+29.1, -22.5
	Est	0.368	0.684	0.957	+ 9.9, - 9.0
50	Province	0.052	0.864	0.948	+33.3, -25.0
	Est	0.759	0.552	0.872	+14.7, -12.9
100	Province	0.124	0.855	0.937	+37.0, -27.0
	Est	1.046	0.454	0.733	+19.5, -16.3

QDT: Débit pour une période de récurrence donnée (m^3/s).

A: Superficie du bassin sous l'étude (km^2).

Tableau 2.3 Résultats du débit (m^3/s) en fonction de la période de récurrence par le modèle d'Environnement Canada (1987)

BASSIN	EQUATION POUR L'EST DU N.-B.					EQUATION PROVINCIALE				
	T=2	T=10	T=20	T=50	T=100	T=2	T10	T=20	T=50	T=100
Charlo	70.9	105	119	137	151	72.6	118	138	162	182
Charlo Sud +	27.0	49.3	61.7	80.7	97.7	30.1	50.2	59.0	70.5	79.7
New Mills +	4.49	12.1	18.1	30.0	43.3	5.86	10.2	12.2	15	17.2
Benjamin +*	36.7	62.8	76.0	95.5	112	39.8	65.8	77.1	91.9	104
Nash +	14.4	30.1	40.2	57.1	73.5	17.0	28.7	34.0	41.0	46.7
Louison +	13.8	29.1	39.0	55.7	72.1	16.3	27.7	32.7	39.5	45.0
Jacquet	115	154	166	179	188	113	181	210	246	275
Belledune +	10.7	23.8	32.7	48.4	64.2	12.9	22.0	26.1	31.7	36.1
Hendry +*	2.69	8.08	12.8	22.6	34.4	3.68	6.49	7.81	9.65	11.1
Fournier +*	3.57	10.1	15.5	26.4	39.0	4.75	8.33	10.0	12.3	14.2
Elmtree +	17.5	35.2	45.9	63.6	80.4	20.3	34.2	40.4	48.6	55.2
Nigadoo +	35.6	61.3	74.5	93.9	111	38.7	64.0	75.1	89.5	101
Millstream +	28.6	51.6	64.1	83.2	100	31.7	52.7	62.0	74.1	83.7
Grants +	9.82	22.3	30.9	46.2	61.8	12.0	20.5	24.3	29.5	33.6
Tetagouche	81.7	118	132	147	162	82.6	134	156	184	205
Middle	51.3	81.6	95.7	115	131	54.0	88.6	104	123	138
Little +	31.9	56.3	69.2	88.5	105	35.1	58.2	68.3	81.6	92.1
Népisiguit +	415	422	399	364	337	364	566	648	746	823
Bass	39.4	66.4	79.8	99.3	116	42.5	70.1	82.1	97.7	110

+ Ne satisfait pas les limites imposées par l'équation de la région de l'est i.e. une superficie comprise entre 166 Km^2 et 668 Km^2

* Ne satisfait pas les limites imposées par l'équation provinciale, i.e. une superficie comprise entre 26.9 Km^2 et 7740 Km^2

Tableau 3.1 Valeurs propres de la matrice de corrélation

VALEURS PROPRES	DIFFERENCE	PROPORTION	CUMULATIVE
7.58794	4.62658	0.474246	0.47425
2.96136	0.97521	0.185085	0.65933
1.98615	0.83010	0.124134	0.78347
1.15605	0.26283	0.072253	0.85572
0.89322	0.19215	0.055826	0.91154
0.70107	0.42613	0.043817	0.95536
0.27495	0.08009	0.017184	0.97255
0.19486	0.03721	0.012179	0.98472
0.15765	0.12486	0.009853	0.99458
0.03279	0.00530	0.002049	0.99663
0.02749	0.01365	0.001718	0.99834
0.01384	0.00380	0.000865	0.99921
0.01004	0.00753	0.000628	0.99984
0.00251	0.00243	0.000157	0.99999
0.00008	0.00008	0.000005	1.00000

Tableau 3.2 Matrice de corrélation des caractéristiques physiographiques des bassins versants

	A*	P	Lb	l	Kh	Kg	Km	ALMA	Dd	Le	le	PMB	PMR	RR	%LAC	%BOIS
A	1.00	0.90	0.95	0.98	-0.29	0.25	-0.26	-0.16	-0.29	0.89	0.88	-0.41	-0.36	-0.36	-0.14	-0.41
P		1.00	0.97	0.97	-0.33	0.52	-0.50	0.13	-0.18	1.00	0.88	-0.60	-0.55	-0.45	0.11	-0.22
Lb			1.00	0.99	-0.36	0.44	-0.44	0.05	-0.21	0.98	0.89	-0.55	-0.51	-0.45	0.01	-0.29
l				1.00	-0.35	0.40	-0.39	-0.03	-0.24	0.96	0.89	-0.50	-0.45	-0.41	-0.05	-0.34
Kh					1.00	-0.69	0.79	0.10	-0.29	-0.37	0.04	0.52	0.50	0.40	0.03	0.33
Kg						1.00	-0.96	0.24	0.15	0.55	0.11	-0.62	-0.50	-0.29	0.30	-0.09
Km							1.00	-0.13	-0.21	-0.54	-0.09	0.73	0.60	0.40	-0.27	0.15
ALMA								1.00	0.12	0.13	0.13	-0.08	-0.21	0.02	0.23	0.54
Dd									1.00	-0.16	-0.37	-0.07	-0.15	-0.23	0.07	-0.22
Le										1.00	0.86	-0.61	-0.56	-0.45	0.13	-0.22
le											1.00	-0.39	-0.39	-0.33	-0.02	-0.11
PMB												1.00	0.91	0.70	-0.34	0.01
PMR													1.00	0.80	-0.39	-0.08
RR														1.00	-0.06	0.19
%LAC															1.00	0.33
%BOIS																1.00

* Voir tableau 2.1 pour une description des variables.

Tableau 3.3 Résultats des bassin jaugés et non jaugés par le modèle de transposition (équation linéaire)

BASSIN	A (Km^2)	A/A_{19}	Période de Récurrence					
			2	5	10	20	50	100
Charlo	315.0	1.790	76.8+	98.6	113.3	127.3	145.3	158.8
Charlo Sud	120.0	0.682	29.2	37.6	43.2	48.5	55.4	60.5
New Mills	20.0	0.114	4.87	6.26	7.19	8.08	9.23	10.08
Benjamin	163.0	0.926	39.7	51.0	58.6	65.8	75.2	82.1
Nash	64.1	0.364	15.6	20.1	23.1	25.9	29.6	32.3
Louison	61.4	0.349	15.0	19.2	22.1	24.8	28.3	30.9
Jacquet*	510.0	2.914	125.0	160.6	184.5	207.2	236.6	258.5
Belledune	47.5	0.270	11.6	14.9	17.0	19.2	21.9	23.9
Hendry	12.0	0.069	2.9	3.8	4.3	4.9	5.6	6.1
Fournier	15.9	0.090	3.88	4.98	5.72	6.42	7.34	8.01
Elmtree	78.0	0.443	19.0	24.4	28.1	31.5	36.0	39.3
Nigadoo	158.0	0.898	38.5	49.5	56.8	63.8	72.9	79.6
Millstream	127.0	0.722	31.0	39.8	45.7	51.3	58.6	64.0
Grants	43.7	0.248	10.7	13.7	15.7	17.7	20.2	22.0
Tetagouche*	363.0	2.074	89.0	114.3	131.3	147.5	168.4	184.0
Middle	227.9	1.295	55.6	71.3	82.0	92.1	105.1	114.9
Little	142.0	0.807	34.6	44.5	51.1	57.4	65.5	71.6
Nepisiguit*	184.0	10.51	451.1	579.3	665.6	747.6	853.8	932.6
Bass*	175.0	1.000	42.9	55.1	63.3	71.1	81.2	88.7

*Bassins jaugés
+Débit en mètre cube par seconde

Tableau 3.4 Résultats des bassins jaugés et non jaugés par le modèle de transposition (équation non linéaire)

BASSIN	A (km^2)	$(A/A_{19})^x$ x=0.870	Période de Récurrence					
			2	5	10	20	50	100
Charlo	315.0	1.668	71.5+	91.9	105.6	118.6	135.4	147.9
Charlo Sud	120.0	0.720	30.9	39.7	45.6	51.2	58.5	63.9
New Mills	20.0	0.152	6.50	8.35	9.59	10.8	12.3	13.4
Benjamin	163.0	0.940	40.3	51.8	59.5	66.8	76.3	83.4
Nash	64.1	0.417	17.9	23.0	26.4	29.7	33.9	37.0
Louison	61.4	0.402	17.2	22.2	25.4	28.6	32.6	35.7
Jacquet*	510.0	2.536	108.8	139.7	160.5	180.33	205.9	224.9
Belledune	47.5	0.322	13.8	17.7	20.4	22.9	26.1	28.5
Hendry	12.0	0.097	4.17	5.35	6.15	6.91	7.89	8.62
Fournier	15.9	0.124	5.32	6.84	7.86	8.82	10.1	11.0
Elmtree	78.0	0.495	21.2	27.3	31.3	35.2	40.2	43.9
Nigadoo	158.0	0.915	39.3	50.4	57.9	65.1	74.3	81.2
Millstream	127.0	0.757	32.5	41.7	47.9	53.8	61.4	67.1
Grants	43.7	0.299	12.8	16.5	18.9	21.3	24.3	26.5
Tetagouche*	363.0	1.887	80.9	104.0	119.4	134.1	153.2	167.3
Middle	227.9	1.258	54.0	69.3	79.7	89.5	102.2	111.6
Little	142.0	0.834	35.8	45.9	52.8	59.3	67.7	74.0
Nepisiguit*	184.0	7.744	332.2	426.7	490.2	550.6	628.8	686.9
Bass*	175	1.000	42.9	55.1	63.3	71.1	81.2	88.7

*Bassins jaugés

+Débit en mètre cube par seconde

Tableau 4.1 Comparison entre l'analyse probabiliste et la transposition des informations des bassins jaugés (modèle linéaire).

Période de Récurrence	Rivière Jacquet	Rivière Tetagouche	Rivière Népisiguit
T=2	3.8*	15.6	68.6
T=10	-0.8	16.3	52.8
T=20	-0.05	16.5	49.6
T=50	-0.6	16.7	46.6
T=100	-1.1	16.8	44.7
Erreur Moyen %	1.3	16.4	52.5

*Erreur en pourcentage

Tableau 4.2 Comparaison entre l'analyse probabiliste et la transposition des informations des bassins jaugés (modèle non linéaire)

Période de Récurrence	Rivière Jacquet	Rivière Tetagouche	Rivière Népisiguit
T=2	-9.63*	5.1	24.1
T=10	-12.3	5.8	12.6
T=20	-12.9	5.9	10.2
T=50	-13.5	6.2	7.9
T=100	-14.0	6.2	6.5
Erreur Moyen %	12.5	5.84	12.3

* Erreur en pourcentage

Tableau 4.3 Comparison entre l'analyse probabiliste et le modèle régional (équation de l'est).

Période de Récurrence	Rivière Jacquet	Rivière Tetagouche	Rivière Népisiguit	Rivière Bass
T=2	-4.2*	6.1	55.1	-8.2
T=10	-15.9	4.5	-3.1	4.9
T=20	-19.8	4.3	-20.1	12.2
T=50	-24.8	1.9	-35.5	22.3
T=100	-28.1	2.8	-47.7	30.8
Erreur Moyen %	18.6	3.9	32.3	15.7

* Erreur en pourcentage

Tableau 4.4 Comparaison entre l'analyse probabiliste et le modèle régional (équation provinciale).

Période de Récurrence	Rivière Jacquet	Rivière Tetagouche	Rivière Népisiguit	Rivière Bass
T=2	-6.1*	7.3	36.0	-0.9
T=10	-1.1	18.7	30.0	10.7
T=20	1.4	23.2	29.7	15.5
T=50	3.3	27.5	28.1	20.3
T=100	5.2	30.1	27.7	24.0
Erreur Moyen %	3.4	21.4	30.3	14.3

* Erreur en pourcentage

Tableau 4.5 Différence en pourcentage entre le modèle par transposition et les modèles par régionalisation.

BASSIN	TRANSPOSITION - EQUATION DE L'EST DU N.-B.					TRANSPOSITION - EQUATION PROVINCIALE				
	T=2	T=10	T=20	T=50	T=100	T=2	T10	T=20	T=50	T=100
Charlo	-7.7	-7.3	-6.5	-5.7	-4.9	-5.5	4.1	8.4	11.5	14.6
Charlo Sud +	-7.5	14.1	27.2	45.7	61.5	3.1	16.2	21.6	27.3	31.7
New Mills +*	-7.8	68.3	124	225	330	20.3	41.9	51.0	62.5	70.6
Benjamin +	-7.6	7.2	15.5	27.0	36.4	0.3	12.3	17.2	22.2	26.7
Nash +	-7.7	30.3	55.2	92.9	127	9.0	24.2	31.3	38.5	44.6
Louison +	-8.0	31.7	57.3	96.8	133	8.7	25.3	31.9	39.5	45.6
Jacquet	-8.0	-16.5	-19.9	-24.3	-27.3	-9.6	-1.9	1.35	3.97	6.38
Belledune +	-7.8	40.0	70.3	121	167	11.2	29.4	35.9	44.7	51.0
Hendry +*	-7.2	87.9	161	304	464	26.9	50.9	59.4	72.3	82.0
Fournier +*	-8.0	76.6	141	260	387	22.4	45.6	55.8	67.6	77.3
Elmtree +	-7.9	25.3	45.7	76.7	105	6.8	21.7	28.3	35.0	40.5
Nigadoo +	-7.5	7.9	16.8	28.8	39.4	0.52	12.7	17.7	22.8	26.9
Millstream +	-7.7	12.9	25.0	42.0	56.2	2.26	15.3	20.9	26.5	30.8
Grants +	-8.2	42.0	74.6	129	181	12.1	30.6	37.3	46.0	52.7
Tetagouche	-8.2	-10.1	-10.5	-12.7	-12.0	-7.2	2.06	5.8	9.3	11.4
Middle	-7.7	-0.5	3.9	9.4	14.0	-2.9	8.1	12.9	17.0	20.1
Little +	-7.8	10.2	20.6	35.1	46.6	1.4	13.9	19.0	24.6	28.6
Nepisiguit +	-8.0	-36.6	-46.6	-57.4	-63.9	-19.3	-15.0	-13.3	-12.6	-11.8
Bass	-8.2	4.9	12.2	22.3	30.8	-0.93	10.7	15.5	20.3	24.0

+ Ne satisfait pas les limites imposées par l'équation de la région de l'est, c'est-à-dire une superficie compise entre 166 Km^2 et 668 Km^2

* Ne satisfait pas les limites imposées par l'équation provinciale, c'est-à-dire une superficie comprise entre 26.9 Km^2 et 7740 Km^2